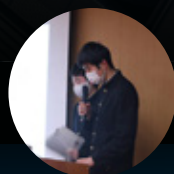
国際リニアコライダー

International Linear Collider

We're ready for the ILC!

～国際リニアコライダーを東北へ!～

令和3年2月「未来のILCを担う人材育成事業」成果交流会

ILCとは?

国際リニアコライダー(ILC)は、国際協力によって設計開発が推進されている次世代の直線型加速器です。

世界の100か国、1000を超える大学・研究機関から、世界トップクラスの研究者・技術者数千人が東北・北上山地に集まり、10年、20年と研究を続ける国際研究拠点となることが期待されます。

ILCのしくみは?

全長数十kmの直線状の地下トンネル(現計画は、標高約110m、全長約20km)内で、電子と陽電子(※1)を光速に近い速度まで加速させ、正面衝突させます。すると、宇宙誕生から1兆分の1秒後の状態がつくり出されます。ほんの一瞬、ビッグバン(※2)直後の状態が再現され、質量をつかさどる「ヒッグス粒子(※3)」をはじめとして、さまざまな粒子があらわれます。

これらの粒子を測定することにより、どのようにして宇宙や物質が生まれたのかという、人類が長年抱いていた謎の解明に挑むことができます。また、加速器技術の応用範囲は、医療・生命科学から新材料の創出、情報・通信、計量・計測、環境・エネルギー分野まで多岐にわたります。

ILC加速器の構成模式図
Schematic illustration of ILC

ILC建設地の条件は?

最大で全長50kmの直線状の加速器用トンネルに加え、アクセス用トンネル、粒子測定器を収容する地下の大ホールが建設できる場所が条件です。

また、電子と陽電子の精密衝突のため、人工振動が少なく、活断層がない硬い安定岩盤にトンネルを建設できることが求められます。

ILCが建設されると

ILCが実現すれば、世界中から数千人の研究者とその家族が暮らすようになり、多文化が共生する国際都市が東北につくられます。私たちの身近なところに国際的な「知の拠点」が形成され、最先端の研究を見られることは、子どもたちの知的好奇心を刺激し、夢を与えることにもなるでしょう。

用語解説

※1 陽電子 ･････････電子の反粒子のこと。陽電子は電子と逆のプラスの電荷を持っている。

※2 ビッグバン ･･････宇宙の始めに起きたとされる大爆発のこと。ビッグバン理論は今から約138億年前に起こった爆発(ビッグバン)によってこの宇宙が始まり、引き続く宇宙膨張の中で、素粒子や原子、分子、星、銀河が創られたという理論。

※3 ヒッグス粒子 ････水が海を満たすように宇宙を満たしていて、素粒子に質量を与えると考えられている粒子。ビッグバンの直後にあらゆる素粒子は質量を持っていなかったが、宇宙が膨張し冷えた段階でヒッグス場の海が形成され、素粒子はその海の抵抗を受けて動きにくくなり、その動きにくさが質量につながったと考えられている。

国際研究拠点の実現

イノベーションの創出

○イノベーション拠点整備

©東北大学大学院環境科学研究科

研究成果

技　術

産業化

新製品

イノベーション拠点

ILC

北上川バレー
プロジェクトの推進

○加速器関連産業集積地域の形成

人材育成

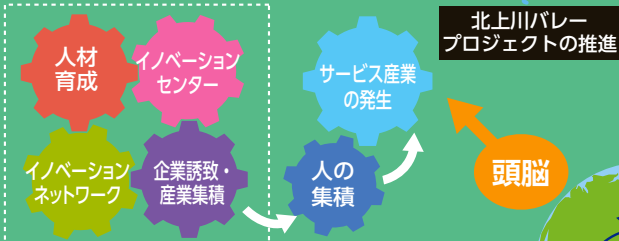
イノベーションセンター

イノベーションネットワーク

企業誘致・産業集積

サービス産業の発生

人の集積

頭脳

グリーン ILC によるエコ社会の実践

○ILCと地域エネルギーマネジメントシステムとの連携

ILC の排熱を回収

ILC
(illustrated by Rei.Hori)

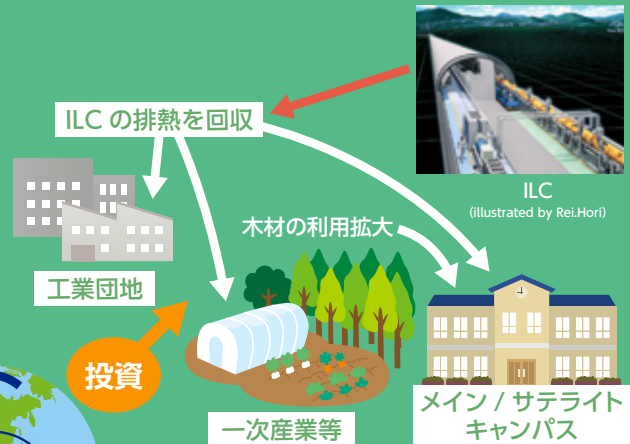
工業団地

木材の利用拡大

投資

一次産業等

メイン / サテライトキャンパス

ILC

ILC を活用した交流人口の拡大、科学技術教育水準の向上

人

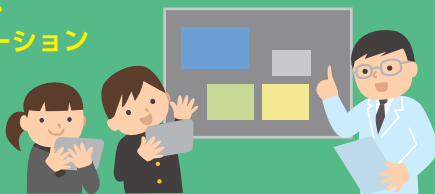
○サイエンス・ツーリズム

盛岡市
子ども科学館

国立天文台

ILC
(illustrated by Rei.Hori)

田中舘愛橘
記念科学館

○サイエンス・
コミュニケーション

国際性豊かで便利な暮らしやすいコミュニティの形成

技術

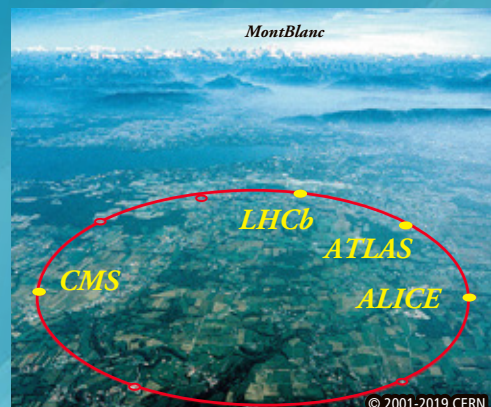
○IoTやAIを活用した外国人研究者やその家族などの受入体制構築

○外国人と地域住民が共生する多文化コミュニティの形成

ILCのモデルとなる大型円形加速器

欧州合同原子核研究機構（CERN）

　1954年にスイスに設置された施設。周長27kmの加速器が国際都市ジュネーブ郊外に埋設。2012年にヒッグス粒子を発見するなど多くのノーベル賞級の研究が行われている。

LHC上空写真（赤線地下部に加速器）、黄色い円の部分に検出器が設置されている）

ILCの1/10サイズの加速器稼働

European XFEL（ドイツ）

　2017年にドイツ北部の都市ハンブルクに設立された施設。直線加速器などはILC計画の1/10サイズ。

© European XFEL / Aerial views: FHH, Landesbetrieb Geoinf. und Vermessung

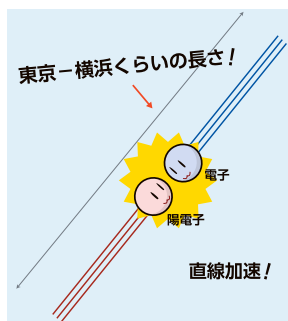
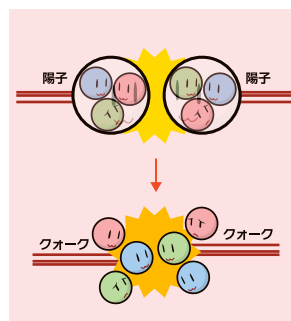
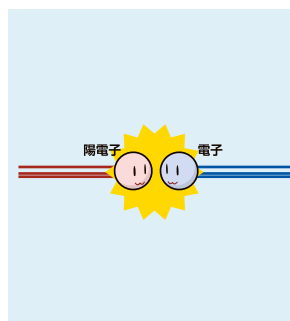
ILCでわかること

スイス･ジュネーブ近郊のセルン研究所に「LHC」という世界最大の加速器があります。周長27kmの円形加速器で、2012年7月、ここで「ヒッグス粒子」が発見され大ニュースとなりました（2013年10月、「ヒッグス粒子」の存在を提唱したピーター･ヒッグス名誉教授とフランソワ･アングレール名誉教授がノーベル物理学賞を受賞しました）。

LHCは複合粒子である陽子と陽子を衝突させますが、ILCは素粒子である電子と陽電子を衝突させて新たな素粒子をつくるので、反応が分かりやすく、ヒッグス粒子の詳しい特性を知ることができます。

山手線サイズの大きさ！
円を描いて加速！
陽子　陽子

東京－横浜くらいの長さ！
電子
陽電子
直線加速！

LHC
Large Hadron Collider
大型ハドロン衝突型加速器

ILC
International Linear Collider
国際リニアコライダー

秋本祐希「http://higgstan.com/」

加速器とは？

電気を帯びた粒子を加速する装置のことです。身近な産業や医療分野など、世界中でたくさんの加速器が稼動しています。

【加速器の例】
- 電子顕微鏡：電子を加速させて試料に当てて、発生する2次電子等を検出･増幅し映し出します。
- 陽電子放出断層撮影（PET）：加速器で生成した放射性同位体を標識としたブドウ糖などを体内に取り入れ、放出した陽電子を検出します。がんの診断に利用します。
- 放射線治療装置（がん治療）：加速器で加速した放射線を体内のがん細胞に命中させて治療します。

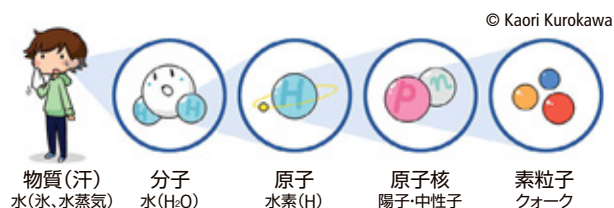
放射線治療装置

画像提供：三菱重工業株式会社

素粒子とは？

物質や力を構成する最小単位、それ以上分割できない粒子のことで、電子やニュートリノなどのレプトンと呼ばれる粒子や、陽子や中性子などを構成するクォークがあります。

© Kaori Kurokawa

物質（汗） 水（氷、水蒸気）　分子 水（H_2O）　原子 水素（H）　原子核 陽子･中性子　素粒子 クォーク

ILCの建設スケジュールは？

ILC計画は、研究者による国際推進組織が推進しています。今までの経過と今後の想定スケジュールは次のとおりです。

2013年6月	加速器等の詳細な内容をまとめた技術設計報告書が完成
2013年8月	国内研究者が国内候補地を北上山地に一本化
2014年～2018年	国のILCに関する有識者会議で検討
2020年代～	誘致表明、建設地決定、建設準備、建設着手（建設期間は約10年）
2030年代～	稼動開始

ILCの費用は？

国の有識者会議で示されたILC計画の見積によると、建設費（土木･加速器･測定器･労務含む）は約7355～8033億円、年間運転経費は約366～392億円です。

2019年10月、高エネルギー加速器研究機構は、国際ワーキンググループの報告に基づき、建設費や運転経費の国際分担について提言を公表しました。

ILCと東日本大震災津波からの復興

ILCは、三陸海岸にも近い世界最先端の素粒子研究施設となります。大船渡市や陸前高田市は、ILCトンネル中心部から車で1時間圏内に位置し、大船渡港は海外からの陸揚げ拠点として想定されています。また、ILCを核とした、国内外の研究者が居住する国際学術研究都市の形成と、関連産業の集積等を図ることが、子どもたちの夢を育み、被災地を含めた東北全体の真の復興につながります。

そのため岩手県では、東北の産学官と連携し、ILCの東北実現に取り組んでいます。

北上山地のポテンシャル

良好な立地社会環境

〔交通網の充実〕

東北新幹線を活用し首都圏へ良好なアクセスがあり、仙台･いわて花巻空港と成田･羽田国際空港を活用すれば、世界中へアクセスできます。

〔レジャー〕

雪質の良さで有名な安比高原スキー場、世界アルペンの会場となった雫石スキー場をはじめ、数多くのスキー場があります。さらに、恵まれた自然を生かした形で、ゴルフ、登山、渓流釣り、海釣り、カヌー、シーカヤック、海水浴なども楽しめます。

〔気候、風土〕

豊かな山と海の自然がもたらす四季折々の風情と、清涼な環境は、生活の豊かさと安らぎを与えます。

北上山地　一関市大東町大原付近

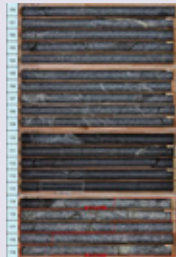
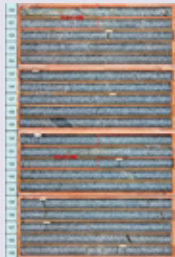
約50kmにわたる強固な花崗岩が分布、活断層もない

実験に使う電子や陽電子は、非常に小さな粒子です。それらを正確に衝突させる必要があるため振動が少ない固い地盤が必要です。しかも、20km～50kmもの距離を確保する必要があります。

東北の北上山地はILCをつくるうえで、とても良い条件がそろっている世界屈指の場所です。岩手県の奥州市から一関市にかけての北上山地の地下には、とても丈夫な「花崗岩」の岩盤が、南北に延び、北側は「人首花崗岩体」、南側は「千厩花崗岩体」と呼ばれています。平成24年12月から平成25年の春にかけて、東北大学と岩手県が共同で詳細な地質調査が実施され、北上山地がILC建設の適地であることが確認されました。

また、東北地方は「東日本大震災」で大きな被害を受けましたが、地中に関しては非常に安定していることが分かっています。北上山地の地下には国立天文台の「江刺地球潮汐観測施設」がありますが、この施設の装置は地震による影響を全く受けませんでした。

北上山地の地層から抜き取った花崗岩

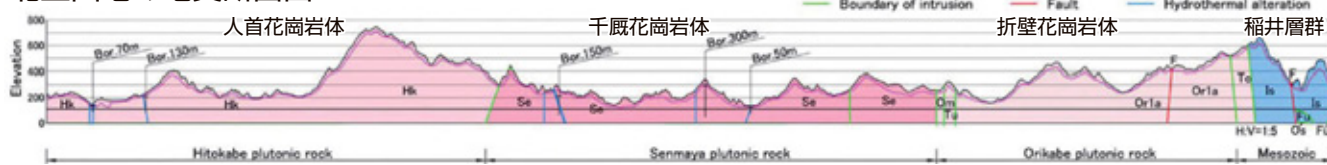
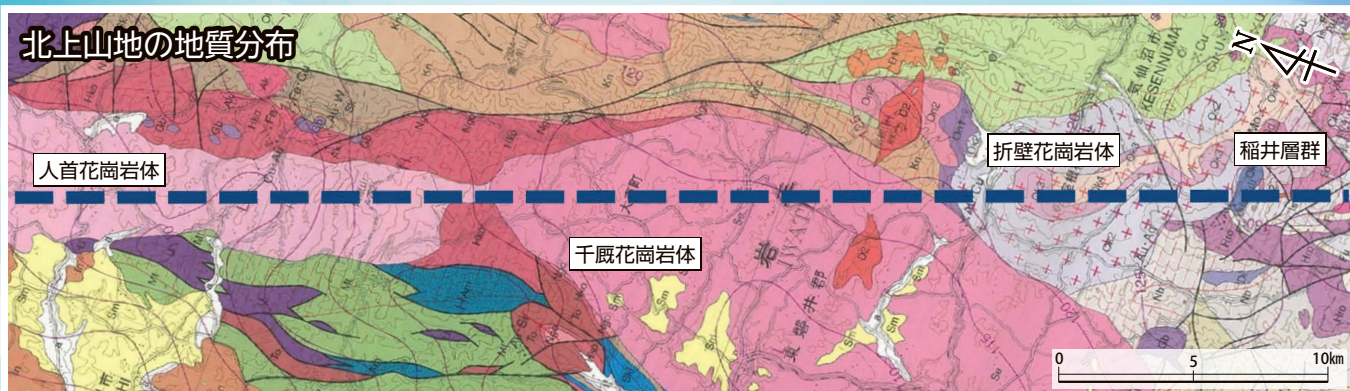
奥州市江刺区米里付近

一関市大東町鳥海付近

一関市大東町砂鉄川付近

北上山地の地質断面図

Boundary of intrusion　Fault　Hydrothermal alteration

人首花崗岩体　千厩花崗岩体　折壁花崗岩体　稲井層群

Hitokabe plutonic rock　Senmaya plutonic rock　Orikabe plutonic rock　Mesozoic

承認番号　第60635130-A-20131024-001号

令和新時代の地域開国のモデル創造

～大型国際研究機関ILCによる新時代の地域づくり～

アクセス

世界から東京へのアクセス

フランクフルト 約11時間
北京 約3時間30分
パリ 約12時間
ロンドン 約12時間
ローマ 約12時間
バンクーバー 約10時間30分
ニューヨーク 約14時間
ロサンゼルス 約11時間30分
サンフランシスコ 約11時間
シンガポール 約7時間
シドニー 約10時間
東北
岩手県
成田国際空港・羽田空港

東京から奥州市・一関市へのアクセス

■新幹線利用の場合（時間は最短の場合）

盛岡駅（東京～盛岡2時間8分）
約11分
新花巻駅 ― タクシー 約8分 ― いわて花巻空港
約16分
水沢江刺駅（奥州市）
約10分
一ノ関駅（一関市）
約31分
仙台駅 ― 仙台空港アクセス線 約25分 ― 仙台空港
約1時間30分
東京駅 ― 京成スカイライナー、上野経由 約64分／成田エクスプレス 約55分 ― 成田国際空港
東京駅 ― 東京モノレール経由 約30分 ― 羽田空港

新函館北斗
木古内
青函トンネル
奥津軽いまべつ
新青森駅
岩手県
岩手県立大学
岩手大学
盛岡駅
いわて花巻空港
水沢江刺駅
一ノ関駅
仙台駅
東北大学
仙台空港
筑波研究学園都市
東京駅
成田国際空港
羽田空港

発行・問い合わせ先

ILC全般、講演会等の講師派遣などについて

〒020-8570　岩手県盛岡市内丸10-1
岩手県ILC推進局事業推進課
電話　019-629-5203
E-mail　AB0009@pref.iwate.jp

岩手県国際リニアコライダー推進協議会について

〒020-8507　岩手県盛岡市清水町14-12
盛岡商工会議所内
岩手県国際リニアコライダー推進協議会
電話　019-624-5880
E-mail　daihyo@ccimorioka.or.jp

県ホームページ

Twitter

ILC紹介動画

Facebook